Aus dem Neurologischen Ambulatorium an der medizinischen Universitäts - Poliklinik Basel
Vorsteher: Prof. Dr. Rob. BING

Über gekreuzte Reflexe.

Inaugural - Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Icchoks Taics
aus Karsava (Lettland)

1937

Sp. "EXTRA„ Rīgā l. Jaunavu 15. tā]r. 23588

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. Rob. Bing.
Tag der Promotion: 30. Juni 1936.

R UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem lieben Onkel

B. Deutch

in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546702_0125

Ein bedeutendes Interesse erweckt bei uns das Studium der gekreuzten Reflexe, wodurch wir tiefere Einblicke in das Wesen der Rückenmarkszentren gewinnen.

Besonders deutlich lässt sich die Eigenart dieser Reflexe als physiologische oder pathologische dort feststellen, wo normaliter Bewegungen einseitig auftreten. Denn dort, wo die willkürlichen Bewegungen der Muskeln gleichzeitig bilateral erfolgen, wie z. B. in den Muskeln des Kopfes, neigen auch die reflektorischen Bewegungen eher zur Bilateralität. Im Gegensatz dazu treten aber die Reflexe an den Extremitäten meist einseitig auf.

In der Neurologie sind die reflektorischen Zehenbewegungen als feinste und massgebenste Indikatoren anzusehen und sollen in erster Reihe betrachtet werden.

1898 beschrieb *Ganault* zum ersten Mal bei einem Hemiplegiker, mit *Babinski*'schem Phänomen auf der gelähmten Seite, eine isolierte Plantarflexion derselben grossen Zehe beim Bestreichen der Sohle des gesunden Beines. Im gleichen Jahre sah *Babinski* und kurz darnach *Strümpell* das gleiche Phänomen. Weiter machte *Bramwell* 1903 dieselbe Beobachtung. Später gab *Knapp* seine Erfahrungen, die er an mehreren Patienten gemacht hatte, bekannt. Er sagt, dass der normale Plantarreflex von der Unversehrtheit der 1. und 2. sensiblen und motorischen Neurone abhängig sei. Nach ihm ensteht der „*Babinski*", wenn der sensible, von der Fußsohle ausgehende Reiz bei einer Läsion des zentralen motorischen Neurons, nicht den Weg über das Grosshirn zu den Zehenbeugern nimmt, sondern im Rückenmarke direkt durch eine Kollaterale zu den Extensoren überspringt. Der normale Zehenreflex ist also ein cerebraler, der *Babinski*'sche aber ein spinaler. Ebenso spinal ist nach *Knapp* der gekreuzte Zehenreflex. Damit erklärt sich auch die auffällige Tatsache, dass ein gekreuzter Plantarreflex bestehen kann, obwohl „*Babinski*" auf beiden Seiten positiv ist.

Nach *Klippel* und *Weil*, die ihre Beobachtungen 1908 mitteilten, kommt billaterale Flexion der Zehen auch dort vor, wo keine organische Nervenschädigung vorliegt, besonders bei vorgeschrittener Tuberkulose. Es fiel ihnen dabei auch eine allgemeine Reflexsteigerung auf.

Bei 5 Hemiplegikern mit positivem *Babinski*-Reflex, fand *Steinberg* um die gleiche Zeit durch Bestreichung der Fußsohle des gesunden Beines kontralaterale Plantarflexion. Bei Rückenmarksherden vermisste *Steinberg* den kontralateralen Zehenreflex, wie er ihn auch, im Gegensatz zu *Klippel* und *Weil*, bei Gesunden und nicht organischen Erkrankungen nicht nachweisen konnte. Er neigt deshalb den gekreuzten Reflex gelegentlich für ein feineres und empfindlicheres Reagens bei Läsionen des cerebralen Teiles der Py-bahn anzusehen als das *Babinski*'sche Zeichen, das in manchen Fällen von Py-Schädigung ausbleibt Doch fügt er hinzu: andererseits scheint der *Babinski*'sche Reflex mehr anzuzeigen, indem sein positiver Ausfall auf eine Erkrankung der ganzen Py-Bahn (cerebraler und spinaler Teil) hindeutet, während unser Reflex wahrscheinlich nur bei einer Affektion des cerebralen Teiles positiv ist.

Maas konnte ebenso wie *Steinberg* bei Patienten ohne organische Nervenerkrankungen, oder bei vorgeschrittener Tuberkulose niemals kontralaterale Zehenreflexe auslösen. 56 Fälle von cerebraler Hemiplegie untersuchte *Maas*. In 9 Fällen waren auf der paretischen Seite positive *Babinski*'sche Reflexe, während gakreuzte von der gesunden Seite aus nicht, oder nur unsicher auslösbar waren. In diesen 9 Fällen, meint der Autor, leistete der homolaterale „*Babinski*" mehr als der kontralaterale Zehenreflex. In weiteren 15 Fällen mit positivem „*Babinski*" sah *Maas* von der gesunden Seite her gekreuzte Plantarflexion der grossen Zehe des paretischen Beines, während bei 13 ähnlichen Patienten gekreuzte Dorsalflexion der paretischen Seite, d. h. typische gekreuzte *Babinski*-Reflexe festzustellen waren. In der Mehrzahl der Fälle erfolgte gleichzeitig an den gleichseitigen Zehen der gesunden Seite Plantarflexion. Ferner fand *Maas* in 19 Fällen, wo Anhaltspunkte für Herde in beiden Hemisphären vorlagen, kontralaterale Reflexe nur an der stärker paretischen Seite, bald dorsal, meist jedoch plantar. Eine Erklärung, warum einmal eine Plantar-, ein zweites Mal eine Dorsalflexion der gekreuzten Seite erfolgte, vermag der Autor nicht anzugeben. Er meint aber, dass die Dorsalflexion nicht von der Schwere der Lähmung abhänge.

Bei Reizung der Fußsohle des paretischen Beines konnte *Maas* nie Zehenreflex auf der gesunden Seite feststellen. *Strümpell* dagegen berichtet in einem Fall von syphilitischer Hemiplegie von der kranken Seite aus gekreuzten Zehenreflex ausgelöst zu haben. In diesem Falle denkt *Maas* an die Möglichkeit einer Läsion der beiden zentralen motorischen Bahnen Er hält sich zur Annahme berechtigt, dass der einseitig gekreuzte Zehenreflex, als Ausdruck einer pathologischen Veränderung im zentralen motorischen Neuron der kranken

Seite, ein feinerer Indikator ist, als das *Babinski*'sche Phänomen. Er spricht die Möglichkeit aus, dass die Fälle mit Rückenmarksherden sich anders verhalten als solche mit Gehirnherden und zieht daraus den Schluss, dass dem gekreuzten Zehenreflex eine gewisse lokaldiagnostische Bedeutung zukommt.

Kidd beobachtete in 4 Fällen von paraplegischem Typus der multiplen Sklerose nach Reizung der Fußsohle Flexion der homolateralen und Extension der Grosszehe der kontralateralen Seite. Nach seiner Meinung wird der gekreuzte Plantarreflex oft übersehen.

Fairbanks konstatierte bei einem Fall mit doppelseitiger Py-läsion nach Reizung der Fußsohle bilaterale Extension der Halluces. In einem zweiten ebensolchen Fall konnte er nur die kontralaterale Extension der grossen Zehe beobachten, während an der gereizten Seite jeder Reflex ausblieb. Der Autor fasst die Extension als einen rein spinalen, die Flexion als einen cerebralen Reflex auf, wobei er noch die Annahme macht, dass einige ungekreuzte Py-Fasern vorhanden sind, auf deren Basis die gekreuzten Plantarreflexe erfolgen. Wird das centrale motorische Neurosegment, das einen Teil des Reflexbogens bildet, lädiert, so erlischt der Flexionsreflex und wird durch das spinale Extensionsphänomen ersetzt.

Nach der Meinung *Lewandowsky's* sollte der gekreuzte Planterreflex der Grosszehe an der paretischen Seite häufig vorkommen, von der kranken Seite aus dagegen ist der gekreuzte „*Babinski*" sehr selten auslösbar. Die reflexogene Zone kann sich mitunter über die Fußsohle hinaus erstrecken. So konnte z. B. *v. Kornilow* in einem Fall von tuberkulöser Meningitis bilaterale Extension der Halluces auf Druck des einen Quadriceps auslösen.

Bing fand kontralaterale *Babinski*-Reflexe nur bei Personen mit einseitig cerebralem Sitze der Läsion, und zwar in 2 Fällen von Encephalorrhagien, in einem Fall mit subcortikalem Tumor der Zentralgegend und in 3 Fällen von infantiler Cerebrallähmung. Er konnte zwei Typen der Reflexkreuzung feststellen: kontralaterales Zehenphänomen durch Reizung der gesunden Fußsohle und doppelseitigen „*Babinski*" bei Reizung auf der gelähmten Seite. In einem Falle dieser cerebralen Kinderlähmung wurde von *Bing* der gekreuzte „*Oppenheim*" ausgelöst, also durch Reizung der medialen Unterschenkelpartie. Ob eine verschiedene diagnostische Bedeutung diesen beiden Typen zukommt, möchte der Autor daraus nicht schliessen.

Ueber einen seltenen Fall mit gekreuztem *Babinski*'schen Phänomen berichtet *Baake*. Sein Fall zeichnete sich dadurch aus, dass bei ihm die gekreuzte Dorsalflexion der Grosszehe auch von vielen Stellen ausserhalb der Fußsohle auslösbar war. Ausserdem lag dort weder Hemiplegie noch Paraplegie vor. Den Reflex spricht *Baake* als eine Äusserung einer feinen Schädigung der Py-Bahn an. Die Ursache glaubte er in einer abortiv verlaufenen cerebralen Kinderlähmung, oder einer Entwicklungsstörung im Verlaufe der Py-Bahn zu sehen.

Curschmann fand, ebenso wie *Förster*, den kontralateralen konsensuellen Reflex sehr häufig dann, wenn der homolaterale Reflex der corticalen Modifizierung entbehrte und allein von seinem spinalen Zentrum abhängig war, d. h. wenn das *Babinski*'sche Phänomen vorlag. Diese Verhältnisse liegen z. B. physiologisch beim normalen Säuglinge resp. in den beiden ersten Lebensjahren vor, wenn also die Py-Bahnen noch unvollständig ausgebildet sind und infolgedessen kein genügender hemmender Einfluss vom Cortex her auf das Rückenmark ausgeübt werden kann. Darum sind auch die reflektorischen Bewegungen der Kinder oft von kontralateralen identischen Mittbewegungen begleitet und das *Babinski*-Phänomen häufig gekreuzt.

Es besteht also eine bilaterale Anlage der motorischen Funktionen nicht nur im Gesichte und am Stamme, sondern auch an den Extremitäten. Diese bilaterale Neigung zu kontralateralen symmetrischen, sowohl willkürlichen, als auch rein reflektorischen Mittbewegungen, wird nun durch die Entwicklung der Py-Bahnen einem hemmenden Einfluss höherer Zentra ausgesetzt, sie wird mehr und mehr eingeschränkt, geht aber nicht völlig zugrunde, sondern bleibt in individuell verschiedenem Grade latent. Mit der Ausbildung der reflexhemmenden Bahnen, wird also der physiologische „*Babinski*" des Kindesalters durch den normalen Plantarreflex der Zehen des Erwachsenen ersetzt, und damit scheint auch die Disposition zu identischen gekreuzten Reflexbewegungen zu erlöschen.

Huismann konnte bei normalen Versuchspersonen niemals konsensuelle Reflexe finden. Andererseits sprechen sie nicht immer für ein organisches Leiden, da er sie auch bei Neurasthenie beobachten konnte.

In Fällen mit supranukleären Störungen Erwachsener, d. h. beim Fortfall der corticalen Hemmung, sah *Curschmann* kontralaterale reflektorische Mitbewegungen, im Gegensatz zum Verhalten willkürlicher Bewegungen, ebenso häufig, wie im frühen Kindesalter. Er beobachtete sie sogar schon in Fällen mit sehr geringen derartigen Störungen, noch vor Eintritt der Parese, als Ausdruck eines cortikalen Hemmungsfortfalles und zwar bei Läsionen an beliebiger Stelle der Py-

Bahn. *Curschmann* möchte diese contralateralen Mittbewegungen geradezu als Frühsymptom einer Py-läsion diagnostisch verwerten.

Leibowitz legt den Hauptwert des gekreuzten Plantarreflexes nicht nur auf seinen positiven oder negativen Ausfall, sondern hauptsächlich auf seine verschiedenen Erscheinungsformen. Er schreibt dem Phänomen eine praktische differentialdiagnostische Bedeutung zu. Die isolierte Plantarflexion der gekreuzten Grosszehe spricht *Leibowitz* als Zeichen einer Py-läsion an, das auch beim Fehlen des ipsilateralen „*Babinski*" diagnostisch verwertet werden kann. Das genannte Zeichen kann also als feinerer Indikator einer leichten Py-Schädigung beim Fehlen anderer Py-Symptome verwendet werden. Dieser Reflex wurde von *Wallenberg* als kontralateraler „paradoxer *Babinski*" bezeichnet. Er findet sich nach *Leibowitz* in 75% aller Fälle von Py-Affektionen. Bei etwa einem Drittel gesunder Erwachsener sollte das Phänomen in der Form einer Abduktion der kleinen Zehe und Plantarflexion der lateralen Zehe vorhanden sein. Dagegen scheint nach ihm eine Adduktion mit gleichzeitiger Plantarflexion der Zehen für das Säuglingsalter charakteristisch zu sein; später findet sich diese Form in Fällen von „motorischem Infantilismus". Eine Asymmetrie des „normalen" contralateralen Zehenreflexes sollte auf einseitige leicht spastische Prozesse hinweisen, während das doppelseitige Auftreten eines paradoxen gekreuzten „*Babinski*", beim Fehlen gröberer Herdsymptome, diffuse Hirnprozesse, meist vasculärer Art (Lues, Arteriosclerose), aufdeckt.

Die Annahme *Steinbergs*, dass der betreffende gekreuzte Reflex bei Gesunden fehle, möchte *Leibowitz* auf die Form der isolierten Plantarflexion der grossen Zehe zurückführen, die nach ihm als Charakteristicum der spastischen Parese aufgefasst wird. Ebenso konnte *Leibowitz* den kontralateralen paradoxen „*Babinski*" auch bei spinalen Paraparesen im Gegensatz zu *Steinberg*, der ihn als rein cerebrales Phänomen ansieht, feststellen. Allerdings wird er meist vom gekreuzten Beugereflex in den drei grossen Gelenken des Beines überdeckt, da bei spastischen spinalen Querschnittsläsionen die allgemeinen reflektorischen Reaktionen im Vergleich zu Py-läsionen, infolge der Ausschaltung sowohl der rubro-, als auch corticospinaler Bahnen, vermehrt sind.

Leibowitz möchte noch das paradoxe *Babinski*'sche Phänomen zur Feststellung des Alters der Läsion heranziehen, da er bei frischen Hemiplegien meist fehle, während der homolaterale „*Babinski*" gerade in diesen Fällen sich präsentierte. Bei alten Apoplexien steigt dagegen die Auslösbarkeit des genannten kontralateralen Phänomens, während *Leibowitz* den ipsilateralen „*Babinski*" hier oft vermisste.

In diesem Falle ist die gekreuzte Reaktion ein Wegweiser für die Diagnose und Indikator der Herdseite. Auch bei doppelseitigen zeitlich auseinanderliegenden Apoplexien könnte das gekreuzte Phänomen die Seite des ältern Herdes anzeigen. Sehr selten tritt der gekreuzte paradoxe *„Babinski"* bei der multiplen Sklerose auf, die eine Sonderstellung unter den spastischen Erkrankungen einnimmt. *Maas* z. B. sah den gekreuzten Reflex unter 9 Fällen nur einmal. Bei extrapyramidalen Affektionen, wie z. B. beim postencephalitischen oder genuinen Parkinsonismus scheint das Phänomen auszubleiben, wenn pyramidale Störungen fehlen

Bei stark spastischen Hemiplegien kann mitunter statt des gekreuzten Plantarreflexes eine kontralaterale Extension der Grosszehe der gelähmten Seite erfolgen, wenn ein stärkerer Reiz die Fußsohle trifft. Auch *Leibowitz* konnte in seltenen Fällen die „Dorsalvariante" der gekreuzten Grosszehe beobachten.

Der gekreuzte Plantarreflex wird von den meisten Autoren als ein Analogon des „gekreuzten Streckreflexes" angesehen, der beim Menschen selten vorkommt, während sein Analogon bei den meisten pyramidalen Spasmen in Erscheinung tritt. Klinisch aber entspricht der Letztere dem gekreuzten Streckreflex in den 3 grossen Gelenken des Beines nicht. Man vermisst im Gegenteil die Zehenreaktion beim gleichzeitigen Auftreten des genannten Phänomens, da in der anfänglichen Beugung der Beine das Zehenphänomen sich nicht manifestiert. Die optimale Disposition zur Auslösung des gekreuzten Zehenreflexes ist also die anfängliche Streckung des betreffenden Beines.

Als Reiz für die kontralaterale Zehenreaktion kommt der Strich in Betracht, der an Intensität dem Stich unterlegen ist. Der kontralaterale Erfolg des Sohlenreizes hängt auch von der Ermüdbarkeit ab — ein Charakteristicum für alle Hautreflexe *(P. Hoffmann)*.

Zur Betrachtung und Analysierung der gekreuzten Sehnen-Periostreflexe am Menschen, seien im Folgenden zuerst die experimentälen Ergebnisse von verschiedenen Autoren am Versuchstiere vorauspeschickt.

Prèvost und *Waller* riefen durch Beklopfen der Patellarsehne an einem Kaninchen, nach Durchtrennung sämtlicher hinterer Wurzeln des Rückenmarkes, die den Nerven des betreffenden Beines entsprachen, sowie der Nerven selbst, eine Zuckung in den Quadriceps und Adduktoren des andern Beines hervor. Diese gekreuzte Zuckung sollte nach der Ansicht der genannten Autoren nicht reflektorischer Natur

sein. *Westphal* sah darin eine Übertragung der Schwingungen des beklopften Femurs durch Leitung im Becken auf das andere Bein und direkte Erregung der Muskeln daselbst. Diese Experimente schienen durch die Beobachtungen von *de Watteville* bestätigt, dass kein doppelseitiges Kniephänomen eintritt, wenn man bei einem sonst unversehrten Tiere den Femur der beklopften Seite bricht Ebenso beobachtet *Sternberg* einen Teil der gekreuzten Fascien-, Sehnen-, Periost- und Gelenkreflexe, nach einer grossen Anzahl eigener Versuche, als Knochenphänomene. Doch konnte er zugleich den echten reflektorischen Charakter der gekreuzten Zuckung dadurch beweisen, dass nach Durchtrennung des Femurs die kontralaterale Kontraktion nicht ausblieb, wohl aber war es der Fall bei Durchschneidung des entsprechenden Ischiadicus. Beim Aneinanderlegen der beiden Femurenden erziehlte er durch stärkere Schläge eine gekreuzte Zuckung auch beim funktionslosen Ischiadicus, wodurch die *Prévost-Waller*'sche Annahme bestätigt wurde.

Ebenfalls bezeichnet *Trömner* die Kreuzung der Reflexe als mechanische Reizübertragung durch das Knochengerüst. So z. B. nennt er den sog. gekreuzten Adduktorenreflex: Pseudokreuzung.

Zu den konstantesten kontralateralen Phänomenen gehört der Spina-Adduktoren-Reflex, der an der Spitze der zahlreichen gekreuzten Sehnen- und Periostreflexe beim Menschen steht. Er wurde von *Rasdolsky* eingehend untersucht und ist nach ihm ein echter, normaler gekreuzter Reflex, der in einer Kontraktion der Adduktoren der entgegengesetzten Seite durch Schlag auf die spina ossis ilei anterior superior besteht und äusserlich durch Anziehen und Einwärtsdrehen des gekreuzten Beines sich manifestiert. Homolateral entsteht er etwa in 20 — 25% der Fälle, und zwar nur bei Personen mit lebhaften Sehnen- und Periostreflexen. Jedoch ist er dann schwächer als der entsprechende gekreuzte Reflex, der bei Gesunden in 98% aller untersuchten Fälle zu finden ist und beiderseits vollkommen gleich erscheint. Bei Py-Läsionen ist er bedeutend gesteigert, ebenso bei Neurasthenie, traumatischer Neurose und einigen anderen funktionellen Zuständen. Der Reflex kann aber auch fehlen, oder keine bestimmte Form annehmen, wie z. B. bei allgemeiner Herabsetzung der reflektorischen Erregbarkeit des segmentalen Apparates, oder bei einer lokalisierten Affektion in der Lumbalanschwellung. Diese Herabsetzung bezw. Verstärkung des genannten Phänomens geht parallel mit Veränderungen anderer Sehnen- und Periostreflexen einher und bleibt immer auf beiden Seiten gleichmässig. Eine Ungleichmässigkeit des Phänomens deutet nach *Rasdolsky* stets auf einen pathologischen Zustand im Reflexbogen, und zwar ist er bei einseiti-

ger Schädigung der Py-Bahn an dieser Seite gesteigert, worin seine klinische Bedeutung liegt. Doch ist letztere nicht so hoch einzuschätzen, wie bei dem empfindlicheren und exakteren „*Babinski*“ u. ä. Dagegen ist die Verminderung oder Aufhebung des Reflexes ein Zeichen einer Schädigung bezw. Unterbrechung seines Reflexbogens. Der Autor meint, auf Grund des Verhaltens der homo- und kontralateralen Reflexe, topisch-diagnostische Fingerzeige zu erhalten. In der Tat verlaufen die Bahnen sowohl für den homo-, als auch für den kontralateralen Reflex zusammen bis zur Stelle in den ventralen Teilen des zentralen Graues. Würde z. B. die Läsion in der hinteren Wurzel bezw. in dem peripheren sensiblen Neuron lokalisiert sein, so würde auf der entsprechenden Seite der homo-, auf der entgegengesetzten der kontralaterale spina-adduktorische Reflex fehlen. Bei Läsion des motorischen Teiles des Reflexbogens, würden an der Schädigungsseite sowohl der homolaterale als auch der gekreuzte Reflex fehlen, an der kontralateralen Seite dagegen der gekreuzte Reflex erhalten bleiben.

Ein doppelseitiger Adduktorenreflex kommt oft bei allgemeiner Reflexsteigerung beim Beklopfen des einen Condylus zustande. Bei halbseitiger Steigerung überwiegt die gekreuzte Zuckung meist auf der erkrankten Seite.

Ein weiterer kontralateraler Reflex ist der gekreuzte Knie-Adduktorenreflex auf Schlag des Ligamentum proprium patellae, der bei Gesunden in etwa 10% der Fälle vorkommt und bei Py-Läsionen immer gesteigert ist. Nach anderen Autoren sollte er stets pathologisch sein. Weniger konstant sind bei Py-Affektionen der kontralaterale Tibia-Adduktorenreflex, der Fibula-Adduktorenreflex und der Knie-Extensorenreflex. An den oberen Extremitäten ist der gekreuzte Schlüsselbein-Schulterreflex hieher zu rechnen.

Die oben erwähnten kontralateralen Reflexe, mit Ausnahme des Spina-Adduktorenreflexes, zählt *Rasdolsky* den sog. Begleitreflexen zu, die normalerweise meist fehlen, oder gering ausfallen, und die die homolateralen Grund- bezw. Hauptreflexe begleiten.

Von Wichtigkeit ist, dass die gekreuzten Reflexe im Gegensatz zu den „monosynaptischen“ Grundreflexen von einigen Autoren als mindestens „bisynaptische“ aufgefasst werden, also aus mindestens 3 Neuronen bestehend. Und zwar muss die Kreuzung sich eines Schaltneurones bedienen, da gekreuzte Kollateralen anatomisch nicht nachweisbar sind. In der Tat sind von *Cajal*, *Kölliker* und *v. Gehuchten* das Vorhandensein von sog. Commissurenneuronen in der grauen Substanz festgestellt worden, deren Axone durch die vordere Commissur auf die kontralaterale Seite übergehen und an den

Vorderhornzellen enden. Sie sollten anscheinend als Assoziationsneurone in den gekreuzten Reflexbögen eingeschaltet sein. Die gekreuzten Phanomene als Pseudoreflexe zu betrachten, lehnt *Rasdolsky* auf Grund der oben angeführten Tatsachen ab.

Auch *Matzdorf* möchte eine mechanische Erschütterung ausschliessen schon wegen des geringen Grades der letzteren und auch deswegen, weil der gekreuzte Reflex ebenso stark eventuell noch stärker sein kann, wie der ipsilaterale.

Ebenso spricht *Huismann* den gekreuzten Adduktorenreflex als echten Reflex an. Die Sehnen- und Periostreflexe, die normalerweise nur in den kurzen spinalen Reflexsprossen sich abspielen, treten nur dann kontralateral auf, wenn Hemmungsmangel seitens der Py-Bahn besteht. Schon eine einfache Neurasthenie kann nach *Huismann* durch Überreizbarkeit der Nervenbahnen einen Hemmungsmangel herbeiführen und infolgedessen zu gekreuzten Reflexen führen. Dabei sah er den gekreuzten Patellarreflex etwas später auftreten, als den homolateralen.

Stern schliesst sich der Meinung der Autoren an, dass die gekreuzten Sehnen-, oder sog. Eigenreflexe in engerem Sinne, auch bei funktionellen Störungen auftreten können. Er lehnt den kontralateralen Adduktorenreflex u. ä. als Py-Zeichen deshalb ab.

Sollte die Annahme vom Bestehen eines Schaltneurons stimmen, so ist nach dem Gesetze von *Rosenthal* zu erwarten, dass die Latenzzeiten der homo- und kontralateralen Sehnenreflexe deutliche Differenzen aufweisen, da die Überleitung einer sensiblen Erregung im Rückenmarke je nach der Strecke eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt. *Schäffer* mass zur Entscheiduug der Frage die Latenzzeiten des einseitigen und gekreuzten Adduktorenreflexes an drei Patienten mit allgemeiner Hyperreflexie ohne organische Erkrankung. Das Resultat ergab eine vollständige Übereinstimmung der Zahlen, und zwar 0,019 Sek. Der Autor zieht daraus den Schluss, dass die Überleitung der Erregung auf die andere Seite keine Schaltneurone zur Grundlage haben könne. Entsprechend der älteren Ansicht schliesst er die Möglichkeit nicht aus, dass die Verbindung beider Rückenmarkshälften auf gekreuzten Kollateralen beruhe. Der Autor möchte gerade auf Grund dieser Feststellung die Sehnenreflexe als Sonderstellung mit vereinfachter Ueberleitung im Rückenmarke hervorheben. Dafür sprechen noch ausserdem die kurzen Latenzzeiten und die relative Unermüdbarkeit der Sehnenphänomene (*P. Hoffmann*)

Die Patellar-, Achillessehnen-, Adduktoren-, Fußsohlenreflexe stellen im allgemeinen die wesentlichen selbstständigen motorischen Leistungen des menschlichen Rückenmarkes dar. Aber auch im Bezug auf diese Reflexe hat man nach dem Vorgange von *Bastian* und *Bruns* lange Zeit gestritten, ob

sie rein spinaler Natur sind, da man bei völliger Querschnittsläsion des Rückenmarkes sie zunächst vermisste. Dagegen ist das Säugetierrückenmark fähig, nach Loslösung vom Zentralnervensystem, ausgedehnte motorische Leistungen auszuführen. So vermag der, am Brustmarke völlig durchtrennte, Hund zu stehen, gehen und sich mit den Hinterpfoten zu kratzen. Daraus folgt, dass das betreffende Lendemark imstande ist, reflektorisch koordinierte Bewegungen auszulösen.

Es stellt sich nun die Frage, ob wirklich ein so grundsätzlicher Unterschied zwischen den Leistungen des menschlichen und tierischen Rückenmarkes besteht und ob mit der Ausbildung des Grosshirns die Leistungen des Rückenmarkes zurückgegangen sind.

Eine zeitlang galt die Lehre von *Bastian* und *Bruns*, die dem vom Grosshirn völlig durchtrennten Rückenmark überhaupt keine motorische Leistungen zuerkannte. Spätere Fälle zeigten das Gegenteil. Allerdings fehlten in der Mehrzahl der Fälle zunächst die Reflexe nach plötzlicher und vollständiger Rückenmarksdurchtrennung und nur in einem Teil von ihnen stellen sie sich allmählich wieder ein. Auch im Experiment am Hunde haben wir relativ die gleichen Erscheinungen, die auf eine Shockwirkung zurückzuführen sind. Besonders treten die komplizierten Funktionen des Rückenmarkes des Hundes, wie z. B. das Gehen und Stehen erst nach Wochen auf, wenn also die Tiere von der Operation gewissermassen sich erholt haben. Wenn die Querdurchtrennung des Rückenmarkes selbst am Menschen allmählich erfolgt, wie z. B. infolge einer Kompressionsmyelitis durch Karies, so beobachten wir wesentlich grössere Leistungsfähigkeiten der unteren vom Zentralnervensystem unabhängigen Rückenmarkszentren. Eben an solchen Fällen lassen sich die analogen Verhältnisse des menschlichen Rückenmarkes zum tierischen studieren.

Nach den Untersuchungen von *Böhme* an Querschnittsläsionen, doppelseitigen Kapselblutungen u. a., mit Störungen des zentralen motorischen Neurons, konnte man keinen solchen Gegensatz zwischen Tier und Mensch konstatieren Vielmehr stimmen die Leistungen beider in fast allen Einzelheiten überein, wenn auch nur wenige der beobachteten Patienten die in Frage kommenden koordinierten Reflexe aufweisen. So konnte *Boehme* einen Beuge-, oder Verkürzungsreflex des Beines nach kräftiger Reizung der Fußsohle durch Streichen oder Nadelstich beobachten, ferner einen Streckreflex, wenn statt einer starken, eine ganz leichte Reizung die Fußsohle trifft. Die beiden letzten Phänomene sind von *Böhme* als koordinierte Reflexe bezeichnet worden.

Für uns ist hauptsächlich das Vorhandensein der gekreuzten koordinierten Reflexe von Interesse, insbesondere, wenn diese Phänomene von *Böhme* zur Erklärung

und zum Verständnis der Lokomotion herangezogen wurden.

Böhme löste an einem Patienten mit fast völliger Querschnittsläsion des unteren Brustmarkes einen homolateralen Beuge- und gleichzeitigen kontralateralen Streckreflex nach kräftiger Reizung der Fußsohle aus. Vorbedingung dafür war die Streckstellung des gereizten, die Beugestellung des gekreuzten Beines. Es resultierte also ein gekreuzter koordinierter Streckreflex. Wird dagegen durch leichte Fußsohlenreizung des vorher gebeugten Beines eine Streckung desselben hervorgerufen, so beugt sich gleichzeitig das zweite, in Streckung sich befindende, nicht gereizte Bein. Hier handelt es sich nun um einen gekreuzten koordinierten Beugereflex.

Der kontralaterale Streckreflex lässt sich im Tierversuche bei passiver Beugung des einen Beines beobachten. Der auslösende Reiz geht also hier von der Tiefe aus. In einem Falle mit rechtsseitiger Hemiplegie sah *Böhme* diese Form des gekreuzten Streckreflexes auch am Menschen: passive Beugung des linken Beines hatte eine Streckung des rechten zur Folge. Ebenso konnte an diesem Falle der gleiche Effekt durch willkürliche kräftige Beugung des linken Beines erzielt werden.

Nach *Böhme* finden wir den gekreuzten Streckreflex bei totaler oder partieller Querschnittsläsion des Brustmarkes, bei Hemiplegien, bei Erkrankungen der Py-Seitenstränge z. B. infolge multipler Sklerose, dann bei der *Little*'schen Krankheit, Tumor cerebri, Hydrocephalus, Meningitis, im allgemeinen bei allen Erkrankungen, die mit einer Läsion der Pyramidenbahn einhergehen, besonders wo das *Babinski*'sche Phänomen positiv ausfällt.

Dagegen wurde der gekreuzte Beugereflex schon im Tierexperimente bedeutend seltener beobachtet. Er ist beim Menschen äusserst selten zu finden. *Böhme* sah ihn nur bei einem Falle von einer Querschnittsläsion des unteren Dorsalmarkes mit starker reflektorischer Erregbarkeit. Er konnte hier durch passive Streckung des einen Beines, oder reflektorisch ausgelöst werden. *Böhme* spricht diesem Phänomen die gleiche Bedeutung wie dem entsprechenden Streckreflex zu.

Der Autor beobachtete noch andere koordinierte Bewegungen beider Beine. So kommt es statt des gekreuzten Streckreflexes zu einem doppelseitigen Beugereflex, falls beide Beine anfänglich in Streckstellung sich befanden. Der gleiche Reiz ruft also, je nach der gegenseitigen Lage der Beine eine verschiedene Reaktion hervor. *Böhme* sah dieses Phänomen in 10 Fällen mit Querschnittsläsion des Brustmarkes, *Little*'scher Krankheit und anderem. Das Vorkommen des doppelseitigen Beugereflexes bei völliger Querschnittsläsion des Rückenmarkes, weist auf seine spinale Natur hin. Den doppelseitigen „*Babinski*" sieht *Böhme* als ein Rudiment des doppel-

seitigen Beugereflexes an, da er die Extension der grossen Zehe als Teilerscheinung des Beugephänomens betrachtet. Entsprechend kommt es durch leichte Reizung der einen Fußsohle zu einem doppelseitigen Streckreflex, falls die Beine vorher nicht maximal in Streckstellung waren. *Brown* und *Sherrington* beobachteten die gleichen Phänomene im Tierversuche.

Die beiden doppelseitigen Phänomene (Beuge- und Streckreflex) sollten nach *Böhme* Bewegungskomplexe darstellen, die beispielsweise beim Springen, Schwimmen beobachtet werden, die gekreuzten Beuge- und Streckreflexe sollen dagegen in den Bewegungen des Gehens miteinander verknüpft sein. Dass der Effekt einmal in einer Streckung des kontralateralen Beines, das zweite Mal in einer Beugung desselben sich manifestiert, erklärt *Böhme* mit der jeweiligen massgebenden Ausgangsstellung des betreffenden Beines. Die anfängliche Streckstellung gibt also eine Disposition zur nachfolgenden Beugung, die anfängliche Beugestellung — zur Streckung.

Da die Beugung eines Beines als Streckreiz, die Streckung als Beugereiz auf das andere wirkt so ist zu erwarten, dass reflektorisch ausgelöste rhythmische Bewegungen des einen Beines unter Umständen gleichzeitige alternierende rhythmische Bewegungen auch des zweiten hervorrufen würde. Tatsächlich trifft das an den von *Boehme* angeführten Patienten zu. Es traten also Bewegungskomplexe auf, die den Gehbewegungen beider Beine entsprachen. Alle von *Boehme* demonstrierte Phänomene stimmen fast vollständig mit den Befunden an dem mit durchschnittenem Rückenmarke beobachteten Hunde überein.

Nach dem Autor ist das menschliche Lendenmark im Prinzip der gleichen Leistungen fähig, wie das tierische und dürfte infolgedessen die gleiche Struktur haben. Der Unterschied besteht ja nur darin, dass der Hund mit durchschnittenem Brustmarke zu gehen vermag, während dem Menschen mit einer Querschnittsläsion das nicht möglich ist. Hier tritt noch ein zweites Moment hinzu, nämlich die Fähigkeit der aufrechten Haltung des Körpers, die beim Menschen einen Kontakt des Lendenmarkes mit höheren Zentra zur Voraussetzung hat.

Bemerkenswert für die selbständigen Leistungen des menschlichen und tierischen Rückenmarkes sind die rhythmischen Bewegungen des gekreuzten Beines bei dauernder Reizung des andern. Dieses Phänomen kann auch als komplizierter, zeitlich und muskulär koordinierter Reflex angesehen werden, dessen Ablauf beim Menschen und Tier fast übereinstimmt. Solche Bewegungen konnte *Boehme* klinisch an 4 Fällen verfolgen. Eine kräftige reflektorische Beugung des linken Beines durch passive kräftige Plantar-

flexion der Zehen desselben, rief bei einem der Patienten, mit völliger Querschnittsläsion und allgemeiner Reflexerregbarkeit, einen gekreuzten Streckreflex hervor. Wird der Reiz am linken gebeugten Beine fortgesetzt, so gerät das gestreckte rechte Bein in Beugestellung, kehrt wieder in Streckstellung zurück, so dass eine alternierende Bewegung des kontralateral nicht direkt gereizten Beines zustande kommt, die eine zeitlang fortdauert.

Die gleichen gekreuzten rhythmischen Bewegungen beobachtete *Böhme* an einem zweiten Patienten mit totaler Querschnittsläsion des untern Brustmarkes und ebenso mit lebhafter Hyperreflexie. Dann noch in 2 Fällen mit doppelseitigen Blutungen in den innern Kapseln und Durchbruch in die Ventrikel. An einem der letzteren Fälle war das genannte Phänomen sogar von beiden Seiten her auslösbar. Dieses Phänomen hat grosse Ähnlichkeit mit dem von *Sherrington* angestellten Tierexperimente, wonach eine starke und dauernde Sohlenreizung, die die Hinterpfote in dauernder und maximaler Flexion hält, Gehbewegungen des kontralateralen Beines bedingt.

Böhme meint, dass die geschilderten Phänomene eine Bedeutung für die Funktionen des unversehrten menschlichen Rückenmarkes haben. Dafür spricht auch das seltene Vorkommen der gekreuzten Reflexe an den oberen Extremitäten, wo sie auch wertlos gewesen wären. Dagegen sind sie beim Vierfüssler an allen Extremitäten gleichmässig ausgeprägt. Der Autor stellt sich vor, dass die von den höheren Teilen des Zentralnervensystems hinabsteigenden Reize sich der Reflexmechanismen des Rückenmarkes bedienen, sie modifizieren, indem sie sie teilweise hemmen, teilweise fördern und auf diese Weise das Bild der normalen Beinbewegungen erzeugen.

Es sei noch an dieser Stelle betont, dass die gekreuzten Phänomene nur einen Teil der Rückenmarksmechanismen darstellen, die von *Böhme* zur Erklärung der Lokomotion herangezogen wurden. Nur im Komplexe mit noch anderen Rückenmarksphänomenen, auf die hier näher nicht eingegangen werden kann, wie z. B. die Rückschlagsbewegungen, die antagonistische Hemmung, dann auch die paradoxen Reflexphänomene, von *Böhme* als Reflexumkehr. oder Antagonistenreflexe bezeichnet, hat man die komplizierten Leistungen des Rückenmarkes, die die Gesamtlokomotion des Körpers, speziell der Entremitäten bewerkstelligen, sich vorzustellen.

Nach allen diesen Darstellungen und Überlegungen nimmt *Böhme* ein ausgedehntes Beuge- und Streckzentrum in den Vorderhörnern des Rückenmarkes an, das man in ein erbestehenden Verbindung aller Vorderhornzellen der Beu-

ger bezw. Strecker sich vorzustellen habe. Das Beuge- und Streckzentrum befänden sich ausserdem im gegenseitigen Kontakt und zwar anderer Art, als die der einzelnen Vorderhornzellen untereinander, da das Beuge- und Streckzentrum als Ganzes sich gegenseitig beeinflussen im Sinne einer Hemmung, die zur Begünstigung der nachfolgenden Entladung des Antagonistenzentrums zur Folge hat (Rückschlagszuckung). Ferner sind die auftretenden gekreuzten Phänomene durch irgend eine Verbindung der oben genannten Zentra beider Rückenmarkshälften sich vorzustellen.

Scheinbar stellen nach der Meinung *Boeſmes* diese Phänomene des menschlichen Rückenmarkes, nicht nur Atavismen dar, die unter pathologischen Bedingungen in Erscheinung treten, sondern auch unter normalen Verhältnissen, aber unter manigfachsten Einflüssen höherer Zentra, funktionieren.

Zusammenfassung.

Die reflektorische Natur der gekreuzten Sehnen-Periostreflexe wurde von manchen Autoren bezweifelt. Man führte sie auf eine Ueberleitung der Erregung auf die kontralaterale Seite durch das Knochensystem infolge der mechanischen Erschütterung zurück (Pseudoreflexe). Die angeführten Tatsachen sprechen aber dagegen. Die meisten Autoren bezeichnen die gekreuzten Zuckungen als echte reflektorische Phänomene, obwohl es nicht ausgeschlossen ist, dass die Auslösung kontralateraler Zuckungen auch via Knochengerüst möglich wäre. Im Tierexperimente konnte sowohl das Erste, als auch das Zweite bestätigt werden. Für unsere Betrachtungen kommen die bedeutungslosen Pseudoreflexe schon wegen der ganz geringen Erschütterung des Knochensystems kaum in Betracht.

Besonders ausführlich wurde der von verschiedenen Autoren genau untersuchte gekreuzte Spina-Adduktorenreflex beschrieben. Er findet sich sowohl bei Gesunden, als auch in gesteigerter Form bei funktionellen und organischen Erkrankungen. Seine Ungleichmässigkeit oder Aufhebung spricht für einen pathologischen Zustand im Reflexbogen. Unter Umständen könnte ihm klinisch eine gewisse topisch-diagnostische Bedeutung zukommen. Der Bogen dieses Reflexes ist, wie bei allen übrigen gekreuzten Phänomenen, noch nicht vollständig festgestellt.

Auf Grund der kurzen Latenzzeiten, der relativen Un-

ermüdbarkeit und besonders der vollständigen Übereinstimmung der Letenzzeiten zwischen homo- und kontralateralen Reflexen, liegt die Annahme näher, dass die Kreuzung durch Kollateralen im Rückenmarke stattfinde, die allerdings dem anatomischen Befunde nicht entsprechen würde. Die Annahme von Commissurenneuronen, auf deren Basis die Erregung auf die gekreuzte Seite gelangt, erscheint unwahrscheinlich.

Ein Hemmungsmangel seitens der Py-Bahnen, der schon auf funktioneller Basis sich manifestieren kann, scheint das Auftreten gekreuzter Reflexe zu begünstigen. Deshalb sind die kontralateralen sog. Eigenreflexe als Zeichen einer organischen Affektion nicht zu verwerten.

Ebenso sind wir noch im Unklaren über den anatomischen Reflexbogen der gekreuzten Hautreflexe, speziell der Zehenphänomene. Die Hauptaufmerksamkeit schenkte man dem gekreuzten „*Babinski*“ und dem sog. gekreuzten „paradoxen *Babinski*“. Der Erstere wurde nur von wenigen der Autoren beobachtet. In diesen Fällen lag fast immer eine organische Nervenerkrankung zugrunde, sodass dieser gekreuzte Reflex als Zeichen einer Py-Läsion verwendet werden könnte. Der Zweite wurde von vielen Autoren oft beobachtet. Die meisten konnten ihn von der gesunden Seite auslösen, andere auch von der paretischen. In manchen Fällen trat das Phänomen bilateral auf, in anderen wieder — in Kombination mit dem echten *Babinski*'schen Reflex. Ob gewisse Bedeutungen diesen verschiedenen Reflexkombinationen zukommen, vermögen die Autoren nicht zu geben.

Ebenso wenig wissen wir, warum es einmal zur Flexion, ein anderes Mal zur Extension der gekreuzten Zehen kommt. Wahrscheinlich hängt die Art der Reaktion nicht von der Stärke des Reizes, oder von der Schwere der Läsion ab.

Hauptsächlich ist auf die verschiedenen Formen des gekreuzten paradoxen „*Babinski*“, im Sinne der gegenseitigen Reaktionen der einzelnen Zehen, Wert zu legen. Je nach der Form des Reflexes, kann man solche unterscheiden, die dem Gesunden eigen bezw. für das Säuglingsalter typisch sind und solche, die für organische oder funktionelle Nervenleiden charakteristisch sind. Ausgehend von diesen Beobachtungen, könnte dem gekreuzten paradoxen „*Babinski*“ unter Umständen eine gewisse differentialdiagnostische Bedeutung zugeschrieben werden.

Anschliessend wurden die gekreuzten koordinierten und rhytmischen Reflexe und ihre Beziehungen zum Rückenmarke analysiert. Es konnte

daraus der Schluss gezogen werden, dass dem menschlichen Rückenmarke, nicht nur als Leitungssystem, sondern auch als kompliziertes und hochentwickeltes Zentralorgan, gewisse selbstständige Leistungen zugeschrieben werden können. Und zwar sind die gekreuzten koordinierten Phänomene Rückenmarksmechanismen, die auch unter physiologischen Verhältnissen funktionieren, aber beim Menschen und höheren Tiere vom Grosshirn modifiziert und bedirigiert werden.

Zum Schluss dieser Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer Herrn *Prof Dr. Rob. Bing* für die Ueberlassung des Themas, sowie für freundlichen Rat, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichniss

1. Baake — Beitrag zur Lehre von den gekreuzten Reflexen. Med. Diss. Göttingen 1921.

2. v. Bechterew — Über Reflexe distaler Abschnitte der obern Extremität und über ihre diagnostische Bedeutung. Neurol. Centralblatt 1905.

3. idem — Über eine eigentümliche Reflexerscheinung bei Plantarflexion des Fusses und der Zehen. Neurol. Centralblatt 1908.

4. Bing — Ueber Varietäten des *Babinski*'schen Zehenreflexes und ihre diagnostische Bedeutung. Correspond. Blatt für Schweiz. Ärzte 1915.

5. idem — Zur diagnostischen Bewertung der Varietäten des *Babinski*'schen Reflexes. Schweiz. Archiv für Neurol. und Psych. 1918.

6. Böhme — Untersuchungen über die koordinierten Reflexe des menschlichen Rückenmarkes, bes. der rhyt. Reflexe. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 56. 1917.

7. idem — Über die reflektorischen Leistungen des menschlichen und des tierischen Rückenmarkes. Dtsch. Archiv für klinische Medizin. Bd. 121. 1917.

8. idem — Klinisch wichtige Reflexe. Handbuch der normalen und pathol. Physiologie. Bd. X.

9. Bramwell — Note of the „crossed" plantar reflex. Rev. of neur. and psych. 1911. Ref.: Ztsch. für die ges. Neurol. u. Psych. Bd. V.

10. Bychowsky — Reflexstudien. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 34. 1908.

11. idem — Ueber eine künstliche Umschaltung des *Babinski*'schen Zehenphänomens. Neurol. Centralbl. Bd. 38. 1919.

12. Curschmann — Beiträge zur Physiol. und Pathol. der kontralateralen Mitbewegungen. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 31. 1906.

13. Ganault — Contribution à l'étude de quelques réflexes. Thèse, Paris 1898. Ref.: Med. Woch. 1911. Bd. 48.

14. Golz u. Freusberg — Ueber die Funktionen des Lendenmarkes des Hundes. *Pflüger*'s Archiv Bd. VIII. 1874.

15. Fairbanks — The contralateral plantar reflex. Rev. of neurol. and psych. 1911. Ref.: Neurol. Centralbl. 1912.

16. Friedländer — Die Hautreflexe an den unteren Extremitäten unter normalen und pathol. Verhältnissen. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 26. 1904.

17. Hoffmann — Eigenreflexe und Fremdenreflexe der Muskeln. München 1920.

18. Huismann — Ueber Mitbewegungen. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 40

19. Kidd — Unilateral crossed extensor plantar reflex. Rev. of neur. and psych. 1911. Ref.: Ztsch. für die ges. Neurol. und Psych. Bd. V.

20. Klippel u. Weil — Les réflexes contralatéraux: le réfl. plantaire contralatéral homogène et latérogène. Iconographie de la Salpêtrière 1908. Ref.: Neurol. Centralbl. 1909.

21. Knapp — The mechanism of the plantar reflex, with especial reference to the phenomenon of crossed reflex. Rev. of neurol. and psych. 1907. Ref.: Neurol. Centralbl. 1909.

22. v. Kornilov — Ueber cerebrale und spinale Reflexe. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 23. 1903.

23. Krahmer — Zur Frage über den Entstehungsmodus des Kniephänomens. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 75.

24. Leibowitz — Contralaterale Wirkungen des Fußsohlenreizes. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 95. 1926.

25. Lewandowsky — Ueber die Reflexe bei Rückenmarksdurchtrennung. Neurol. Centralbl. Ad. 31. 1912.

26. Maas — Ueber d. gekreuzten Zehenreflex, insbes. über seine klin. Bedeutung. Dtsch. med. Woch. Bd. 37. 1911.

27. Matzdorff — Zur Frage über d. Entstehungsmodus d. Kniephänomens. Dtsch. Ztsch. f. Nervenheilk. Bd. 78. 1923.

28. Pophal — Zur Ehrenrettung der Reflexnatur des Sehnenphänomene. Dtseh. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 74 1922.

29. idem — Nochmals zur Frage der Sehnenreflexe. Dtsch. Ztsch. für Nervenheilk. Bd. 79. 1923

30. Rasdolsky — Der gekreuzte spina-adduktorische Reflex. *Pflüger*'s Archiv für die ges. Physiologie. Bd. 202. 1924.

31. Rossolimo — Der Zehenreflex. Neurol. Centralbl. 1908.

32. Schäffer — Ueber einen antagonistischen Reflex. Neurol. Centralbl. 1899.

33. Schäffer — Ueber Sehnenreflexe und die Methodik ihrer Latenzbestimmung. Ztsch. f. die ges. Neurol. u. Psych. Bd. 74. 1922.

34. Steinberg — Ueber einen kontralateralen Plantarreflex. Berliner klin. Woch. 1908. Nr. 49.

35. Stern — Ueber gekreuzte und paradoxe Reflexe. Centralbl. für die ges. Neurol u. Psych. Bd. 33. Nr. 7/8.

36. Sternberg — Die Sehnenreflexe. Leipzig und Wien 1893.

37. Strümpell — Zur Kenntnis der Haut- und Sehnenreflexe. Dtsch. Ztsch. f. Nervenheilk. 1899.

38. Trömner — Ueber Modifikationen des *Babinski*'schen und *Oppenheim*'schen Reflexes und ein neues Fußphänomen (Wadenphänomen). Dtsch med. Wochenschr. Bd. 372. 1911.

39. idem — Zur Physiologie und Pathol. der Muskel- u. Hautreflexe. Ztsch. f. Neurol. Bd. 77. 1923.